



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Droni e robot per la gestione delle produzioni viticole il progetto RHEA

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Droni e robot per la gestione delle produzioni viticole il progetto RHEA / m.vieri. - In: IL CORRIERE VINICOLO. - ISSN 1827-5419. - STAMPA. - (2014), pp. 10-11.

Availability:

This version is available at: 2158/969279 since:

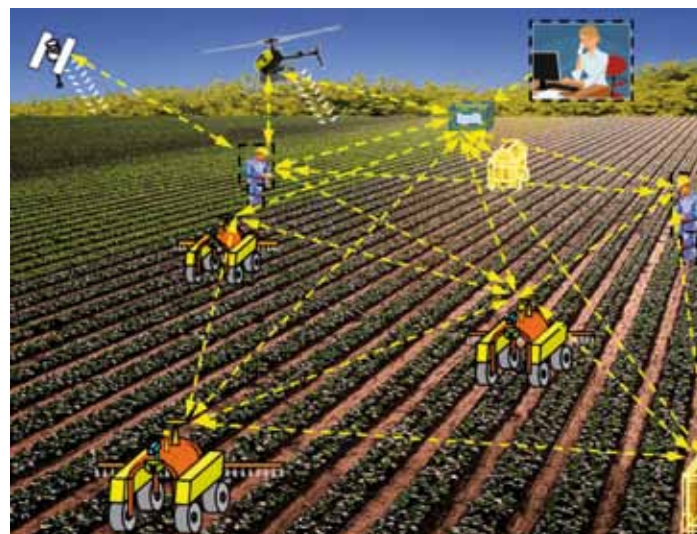
Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)



◀ Robot CNH con sistema irrigante dell'Università di Firenze impiegato nel progetto Rhea

▼ Drone della AirRobot impiegato nel progetto Rhea. Dotato di camere multispettrali per la mappatura 3D della vegetazione e successiva fotointerpretazione ai fini di una mission di trattamento

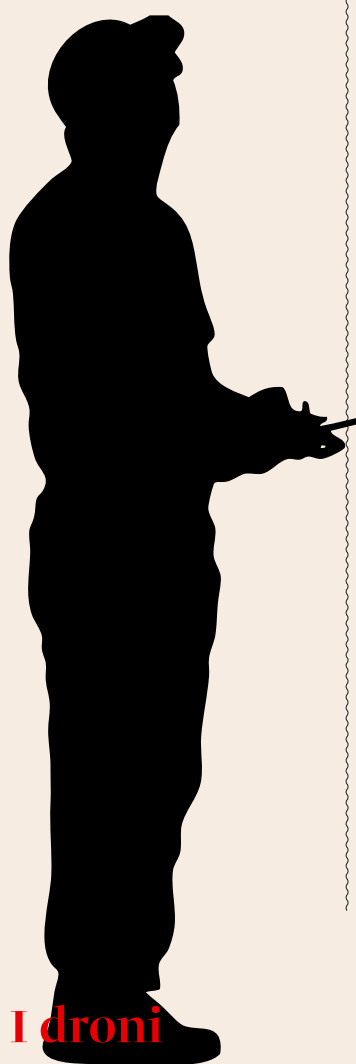
NUOVI SCENARI

Droni e robot per la gestione delle produzioni viticole

IL PROGETTO RHEA

Oggi si può realmente cominciare a prevedere l'impiego di attrezzature automatiche, autonome, organizzate in flotte coordinate e collaborative. L'integrazione di diverse funzioni - monitoraggio, scelta gestionale, esecuzione automatica - consente un'ottimizzazione degli interventi, con benefici in termini di sostenibilità ambientale ed economica

di **MARCO VIERI** - Ingegneria dei Biosistemi Università di Firenze - Corso di Laurea Viticoltura ed Enologia

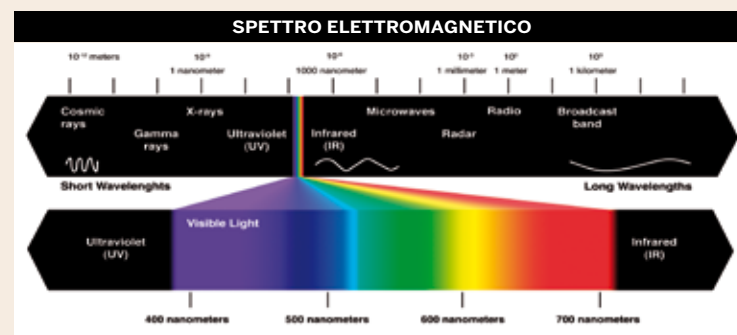


I droni

Le tecnologie al servizio delle produzioni agricole hanno un incremento evolutivo che dalla fine del XX° secolo è sempre più rapido, con impiego di mezzi e dispositivi di livello innovativo straordinario. L'ingegneria elettronica e quella delle telecomunicazioni hanno già reso disponibile un gran numero di sensori e dispositivi per il monitoraggio culturale, ambientale e operativo; i "dati" ottenuti e interpretati da modelli matematici impostati dagli agronomi nelle loro diverse specializzazioni (viticoltori, fitopatologi, biologi, pedologi, esperti di microclima ecc.), consentono di ottenere in automatico "informazioni" fino alle più complesse prescrizioni operative. Telecomunicazioni e meccatronica permettono di attuare comunicazioni con le macchine in campo trasferendo le prescrizioni georeferenziate, ovvero correlate a una precisa posizione a terra, indicando all'operatore, o impostando direttamente, la più appropriata regolazione della macchina operatrice. Il sistema si chiude con il controllo e la tracciabilità, sempre con telemetria. Il punto di partenza di questo sistema gestionale è quindi il monitoraggio che può essere fatto con sensori prossimali (sulla pianta, a terra...), mobili (portati da mezzi a terra) o remoti (da mezzo aereo o spaziale). Lo sviluppo della ricerca nelle sue molteplici derivazioni ha permesso di correlare le emissioni riflesse a livello del suolo a fattori "di stato" (stato idrico, contenuto di clorofilla ecc.) e a relativi parametri fisico-fisiologici correlati (vigoria, sviluppo vegetativo ecc.). L'impiego di raggi mirati e onde sonore (laser, ultrasuoni) permette di misurare distanze che correlate con la posizione georeferenzata realizzano rilievi complessi come i DTM (modelli digitali del terreno) o il rilievo digitale tridimensionale della vegetazione. Gli scanner LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) sono impiegati da anni nelle foreste per rilevarne, con passaggi successivi in diversi periodi, il loro accrescimento.

Dalla meccatronica alla robotica

Da oltre 15 anni la branca della "agricoltura di precisione" che vede coinvolti tutti i settori scientifico-disciplinari applicati (agronomia, coltivazioni erbacee, coltivazioni arboree, ingegneria agro-forestale, fitopatologia, biologia ecc.) esplora le applicazioni scientifiche, tecniche e tecnologiche al fine di migliorare la conoscenza del complesso biologico-fisico-chimico cui l'agricoltura si applica, e di attuare pratiche di intervento che realizzino la massima efficienza di uso delle risorse e le minime dispersioni negative. Parimenti lo sviluppo delle macchine ha portato alla evoluzione del concetto di parco macchine tanto che oggi si può realmente cominciare a prevedere l'impiego di macchine operatrici automatiche, autonome, anche organizzate in flotte coordinate e collaborative. Il termine collaborativo si riferisce alla possibilità che un'informazione rilevata da un "modulo" sia inviata utilmente a un altro e che il modulo, ad esempio, finito il suo lavoro, vada a completare quello di un altro omologo e adiacente. Tali macchine superano il concetto di semplice meccatronica, ovvero meccanica controllata dall'elettronica, per attuare funzioni robotiche. Nella sequenza di uso di queste tecnologie avanzate vi sono i droni (termine utilizzato soprattutto per i veicoli aerei) e i robot. La ricerca internazionale e nazionale sta già sperimentando soluzioni dedicate alla gestione delle produzioni viticole.



SPAZIO AEREO E VINCOLI DI LEGGE

È bene sapere che l'occupazione dello spazio aereo non è libera e nel 2014 l'Enac (Ente nazionale per l'aviazione civile) impartirà dei vincoli molto restrittivi sia sui droni che su tutti i tipi di aeromodelli, compresi i comuni aeromodelli FPV (First Point View) dotati di una piccola telecamera. Nei vincoli di legge c'è anche la gestione del rischio, ovvero gli adempimenti per la sicurezza: è necessario fare un DVR (documento di valutazione del rischio) e attivare una copertura assicurativa che al momento è la stessa utilizzata per l'aeromodellismo.



Nei giornali di tutto il mondo possiamo vedere fotografie della centrale atomica di Fukushima, in Giappone, come anche di fondali marini oppure delle terre del pianeta Marte, posti dove nessun essere umano può mettere piede sia perché molto pericolosi, come per esempio per le radiazioni atomiche nel caso della centrale di Fukushima, oppure per l'enorme pressione dell'acqua per le profondità marine, o ancora perché, come nel caso di Marte, non abbiamo una navicella spaziale adeguata per raggiungerlo. Possiamo, però, mandare al posto nostro qualcos'altro che ci permette di osservare questi luoghi irraggiungibili senza spostarci da casa. Questi oggetti hanno

molte nomi: robot, automi oppure droni. Quest'ultimo termine è quello che più è venuto alla luce nelle cronache internazionali per il suo uso nei conflitti locali. I droni vengono già impiegati in viticoltura dagli istituti di ricerca e da nascenti società per il monitoraggio, con camere multispettrali. Le informazioni che si possono ottenere sono molteplici:

- ▶ immagini nel visibile attraverso video camere normali a differente definizione di immagine;
- ▶ creazione di modelli digitali 2D o 3D con impiego di LIDAR;
- ▶ creazione di mappe tematiche sullo stato delle colture, del suolo ecc., con immagini multi spettrali.



▲ Gamma di sensori prossimali e remoti impiegati in viticoltura

Mappe tematiche ricavate dal monitoraggio ▼





DRONE, OVVERO VEICOLO VOLANTE PRIVO DI PILOTA

In inglese la parola "drone" indica il fuco, ossia l'ape maschio, che ha solo il compito di fare da papà delle piccole api, non succhia il nettare e non ha nemmeno un pungiglione velenoso. L'aspetto tondo e tozzo del fuco sembra sia stato l'ispiratore dell'aereo senza pilota il cui nome tecnico inglese è Unmanned Aerial Vehicle (UAV), ossia "veicolo volante privo di pilota umano", a cui per semplicità è stato dato il soprannome di drone.

Questo tipo di macchina è comandata da terra – proprio come un giocattolo – e può avere varie dimensioni: da quella tipica degli aerei da montare in casa che si vedono nei cieli dei parchi, a quella di un aereo normale. Il drone può montare delle telecamere e macchine fotografiche per riprendere zone interessate, oppure anche delle armi per difesa come per attacco.

Oggi gli eserciti di tutto il mondo, compreso quello italiano, hanno dei droni tra le loro fila. Il motivo è semplice: un aereo senza pilota umano è più piccolo e può sfuggire alle osservazioni dei radar; se cade in mani nemiche, può essere fatto esplodere senza sacrificare vite umane, e non mette in pericolo piloti e soldati.

Per comodità, o semplicemente per moda, il nome drone è stato poi applicato anche a tutte quelle macchine che di volta in volta sono state chiamate automi, robot, androidi, macchine diverse tra loro e che da secoli affiancano l'uomo che le costruisce – e talvolta un po' le subisce – come cinema, letteratura e fumetto ci raccontano.

Gli sviluppi di questi veicoli aerei senza pilota a bordo sono impressionanti, grazie alla disponibilità di nuovi materiali e di giovani menti che sono cresciute fin dai primi anni della loro vita con un imprinting e un know-how che li proiettano verso questa nuova dimensione delle scienze applicate. Per comprendere appieno le potenzialità di questi nuovi strumenti e delle risorse intellettuali di queste generazioni è importante guardare il video di Raffaello D'Andrea, un ricercatore e docente universitario il cui curriculum è impressionante in relazione alla sua giovane età (www.youtube.com/watch?v=w2itwFJCgFQ - <http://raffaello.name/dynamic-works/>).

I droni hanno dimensioni, soluzioni costruttive e funzioni estremamente disparate. Si va dai micro-droni utilizzati per il monitoraggio visivo soprattutto dagli eserciti, come il British Army's Black Hornet, Nano UAV (www.youtube.com/watch?v=7gQSkppYviw), a quelli aventi anche funzioni micidiali, con le dimensioni di una vespa e la possibilità di iniettare sostanze con un ago, come nel video concept dell'esercito americano (www.youtube.com/watch?v=z78mgfKprdg). È fortemente presumibile che la ricerca avanzata quanto riservata sia già lontano da questi esempi. Questo tipo di ricerca si avvale chiaramente delle nanotecnologie (www.youtube.com/watch?v=mEH6tDLKcVU) che sono già impiegate ad esempio per risolvere alcuni problemi nelle macchine agricole attuali.

Per evidenziare ancora meglio come queste tecnologie stiano entrando nella cultura e competenza dei nostri giovani basta pensare che vi sono kit montabili a basso costo che ripercorrono una via formativa simile a quella del "meccano" degli anni Sessanta. Un esempio è il Crazyflie Nano Quadcopter, un minuscolo quadricottero open source. La base è formata da una scheda con i quattro motori e quattro eliche, la batteria, un giroscopio, diversi sensori e un'antenna, tutto racchiuso in un quadratino di soli 9x9 centimetri che pesa 19 grammi. Pochissimo se confrontato con il ben più potente Parrot, eppure il Nano non manca di innovazioni da primo della classe.

Nella versione base, chiamata 6-DOF, troviamo un accelerometro e un giroscopio, mentre in quella più accessoriata, detta 10-DOF, spuntano anche un altimetro e un magnetometro che misurano altezza e velocità. In pieno accordo con la filosofia dell'open source, anche per i controlli c'è libertà di scelta: ci si può affidare alla tastiera del computer, a un controller connesso al PC oppure a qualsiasi altra cosa venga in mente. (<http://gadget.wired.it/news/accessori/2013/02/15/crazyflie-nano-il-quadricottero-da-smartnettoni-8923.html>)

Qui a fianco, il robot francese della Wall-Ye e, più a destra, il braccio robotizzato del progetto CROPS per il trattamento localizzato



I robot

Robot o UTV (Unmanned Terrestrial Vehicle), probabilmente utilizzabili in un prossimo futuro per le operazioni in ambiente rurale, sono illustrati in modo impressionante nei video rilasciati dagli istituti di ricerca militari che hanno creato muli e cani robot (www.youtube.com/watch?v=BtRnzlO7m_M - www.youtube.com/watch?v=bwa8m8VwhWU) dalle prestazioni impressionanti. Anche in questo caso è fortemente presumibile che la ricerca avanzata quanto riservata sia già lontano da questi esempi.

Chiaramente la loro introduzione nelle operazioni agrarie è per il momento impossibile per i costi estremamente elevati, ma soprattutto per la necessità di avere operatori altamente qualificati; ciò non deve però portarci a negare queste possibilità perché le generazioni che crescono e che ci stanno sostituendo hanno la mentalità e la capacità di controllare utilmente queste tecnologie.

In ambito agricolo le macchine senza ope-

ratore a bordo sono già una realtà studiata da molti anni: già dell'inizio del XXI secolo vi sono stati progetti di macchine agricole robotizzate o meglio con bracci robotizzati. Recentemente la Wall-ye francese ha prodotto un robot per la potatura e la raccolta (<http://wall-ye.com/>) che ha avuto non poche critiche dai viticoltori anche sulla stampa nazionale (Le Figaro). Non dobbiamo d'altronde scordare che tutte le innovazioni richiedono tempi adeguati per creare quella rete comunicante di strutture, competenze e servizi che le rendano effettivamente utilizzabili: nel dopoguerra i pneumatici hanno richiesto 10 anni per essere accettati e diffusamente impiegati.

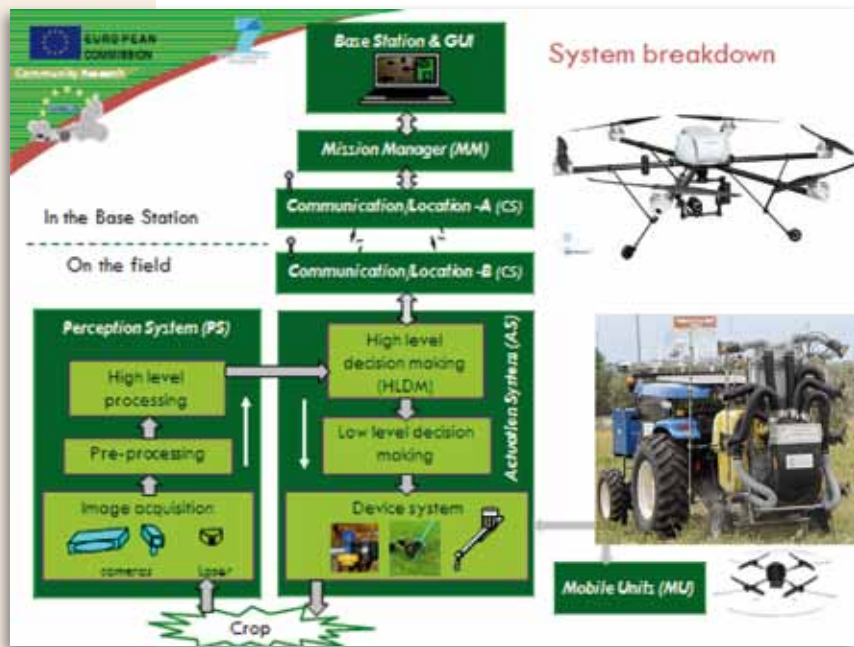
Il progetto più avanzato in tal senso è il progetto europeo RHEA finanziato dall'Unione europea (www.rhea-project.eu) che vede la collaborazione di 17 gruppi di ricerca da 8 Paesi europei. Agronomi, ingegneri, fisici, informatici, matematici sono coinvolti in questa complessa operazione integrata, a cui partecipa anche la nostra Unità

di ricerca di Ingegneria dei Biosistemi dell'Università di Firenze: le tecnologie e i problemi coinvolti richiedono infatti competenze nei settori dell'ingegneria agraria, dell'automazione e della robotica, delle telecomunicazioni, di analisi di immagine, di modellistica, di produzione sistemi software di interfaccia utente, di costruzione di macchine agricole, di costruzione di veicoli e droni autonomi e di sistemi avanzati di produzione di energia (celle combustibili - fuel cell).

Il progetto RHEA si inserisce negli obiettivi del 7° Programma Quadro dell'Unione europea e più precisamente nella Call PF7-NMP-2009-LARGE-3, tema 4 "Nanoscienze, Nanotecnologie e nuovi Materiali di produzione (NMP)", area NMP-2009-3.4.1 "automazione e robotica per la gestione sostenibile delle coltivazioni e delle foreste".

Un progetto parallelo, il progetto CROPS (www.crops-robots.eu/) sta sviluppando bracci robotizzati per le operazioni localizzate sulla coltura.

IL PROGETTO RHEA, PROTOTIPO DEI SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DI FLOTTE DI DRONI E ROBOT



Finalità fondante della proposta RHEA è la riduzione dei pesticidi, l'incremento della qualità delle colture e la riduzione dei costi per mezzo di azioni di gestione sostenibile nel controllo delle infestanti, attuate con una flotta di robot efficienti, autonomi, collaborativi, eterogenei e complementari, equipaggiati con sensori, attuatori e algoritmi innovativi.

Il progetto RHEA cerca di rispondere a 3 domande fondamentali:

- il monitoraggio e il controllo su vasta scala delle aree colturali infestate è ancora oggi un problema molto pressante;
- l'uso di robot autonomi in grado di controllare con variabilità sitospecifica le infestazioni rappresenta a oggi una soluzione promettente, alternativa alle difficoltose operazioni non ancora meccanizzate (soprattutto nell'agricoltura biologica);
- la riduzione delle esternalità negative delle pratiche agricole con una significativa riduzione dei pesticidi, realizzando un'applicazione puntuale e proporzionata alle effettive necessità rilevate nei singoli spot. Ciò rappresenta un importante contributo nel raggiungimento di produzioni sostenibili e più redditizie.

Il principio fondamentale nell'impiego di una flotta di robot di piccole o medie dimensioni che attuino interventi di agricoltura di precisione, per mezzo di un "approccio collaborativo", risiede nell'integrazione delle diverse funzioni di monitoraggio, scelta gestionale, invio piani operativi ed esecuzione automatica; rimane la supervisione dell'uomo che nel controllare l'intero sistema può intervenire per ottimizzare gli interventi.

Il sistema RHEA, prototipo dei sistemi di controllo e gestione di flotte di droni e robot, è composto quindi da questi sottosistemi strettamente indipendenti:

1. gestore primario (mission manager): il modulo permette all'operatore di definire le principali operazioni da compiere e registra i piani di coordinamento per la flotta di robot;
2. sistema di monitoraggio (perception system): ha lo scopo di identificare le infestanti (localizzazione, densità, tipo) per mezzo di sistemi di visione artificiale avanzati, processamento delle immagini e analisi con algoritmi. Tale sistema presenta la parte hardware installata sui droni aerei;
3. sistema di attuazione (actuation system): provvede direttamente alla realizzazione delle operazioni nelle colture con gli specifici equipaggiamenti e attuatori in grado di controllare gli utensili e i dispositivi, per una applicazione precisa sitospecifica nella irrorazione di diserbanti e antiparassitari (aziende convenzionali) o nel movimento di utensili per il controllo fisico (meccanico e termico) nelle aziende biologiche;
4. unità mobili (mobile units): costituite da motrici autonome di piccole-medie dimensioni con sensori e dispositivi per la navigazione

e il controllo dei sistemi di monitoraggio, soprattutto nelle unità aeree (droni) e di lavoro nelle unità motrici a terra;

5. sistema di comunicazione (communication system): interfacce e comunicazioni che rendono possibile il controllo in tempo reale delle diverse operazioni tramite il sistema di monitoraggio, il gestore centrale e il feedback dalle unità motrici a terra (GMU-ground mobile units);

6. stazione base e interfaccia grafica utente (gui - graphic user interface): è un'interfaccia semplificata per il controllo in tempo reale da parte dell'operatore, la registrazione degli eventi e l'ottimizzazione delle operazioni.

Per pianificare il lavoro della flotta terrestre è infatti necessario definire le "mappe di trattamento" attraverso ispezioni condotte dalle unità aeree, integrate da conoscenze pregresse, acquisite, ad esempio, attraverso database come il GIS. In tal modo i diversi robot terrestri sono in grado di realizzare un trattamento mirato ed efficiente seguendo percorsi diversificati e ottimizzati. Durante la "missione" è comunque possibile "comunicare" con la "flotta" verificandone le performances e inviando all'occorrenza anche ordini supplementari. Le unità aeree sono "esacotteri" (droni volanti con sei eliche) realizzati dalla ditta tedesca AirRobot GmbH & Co. (www.airrobot.de/), partner del progetto. La macchina ha forma circolare, può portare un carico (payload) di oltre 2 kg, è dotata di GPS e di fotocamere e consente di acquisire dati fondamentali per pianificare la "missione" delle unità terrestri, quali la localizzazione delle "patches", cioè delle aree in cui le malerbe o le infestazioni sono più concentrate. Le unità terrestri, in grado di operare in diversi scenari, hanno come base una motrice autonoma derivante dalla trasformazione del trattore a 4RM Boomer T3050, prodotto da CNH.



Particolare del gruppo di valvole per il controllo separato del getto vettore aria - atomizzatore Rhea Robot realizzato a UniFi

Il successo di questi progetti sulla robotica potrà con molta probabilità indurre un nuovo approccio nell'applicazione di sistemi automatici nelle colture agrarie e forestali, con importanti ricadute nel miglioramento economico e ambientale, così come nel mantenimento della sostenibilità nelle aree rurali, attraverso lo sviluppo di nuove professionalità di elevato livello tecnologico